

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-100065

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G02B 3/00

G02B 13/00

G02B 13/18

(21)Application number : 2001-204104

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 04.07.2001

(72)Inventor : KIM TAE-KYUNG
AHN YOUNG-MAN
CHUNG CHONG-SAM
SUH HEA-JUNG

(30)Priority

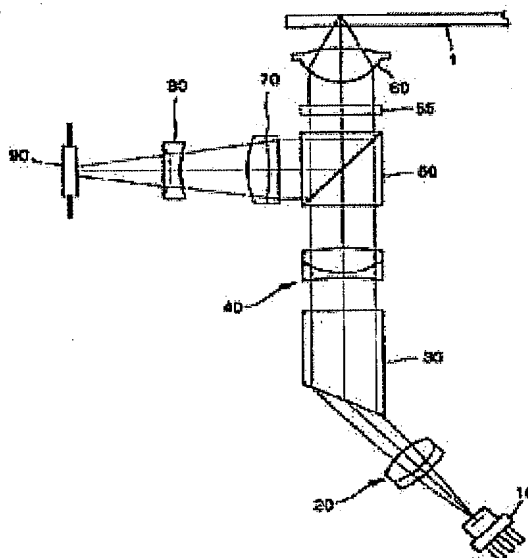
Priority number : 2000 200055477 Priority date : 21.09.2000 Priority country : KR

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE EQUIPPED WITH COLOR ABERRATION COMPENSATION LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup device equipped with a chromatic aberration correcting lens having infinite focal length relatively when compared with the focal length of an objective lens so as to correct the chromatic aberration of the objective lens.

SOLUTION: The pickup device is equipped with a light source 10 which emits light, an objective lens 60 which converge the light emitted from the light source 10 to form a light spot onto a recording medium 1, an optical path converter 50 which is disposed in the optical path between the light source 10 and the objective lens 60 to convert the propagation direction of the incident light, a chromatic aberration correcting lens 40 which is disposed in the optical path between the light source 10 and the objective lens 60 to correct the chromatic aberration caused by changes in the wavelength and/or by increase in the wavelength line width of the light emitted from the light source 10, and a photodetector 90 which receives the light reflected by the recording medium 1 and being incident on the detector by way of the optical path converter 50. The chromatic aberration correcting lens 40 consists of at least two lenses: a lens having the positive power and a lens negative power disposed in adjacent to each other, and the whole focal length is controlled to be relatively infinite compared with the focal length of the objective lens.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-100065

(P2002-100065A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002.4.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B 7/135	A 2 H 0 8 7
			Z 5 D 1 1 9
G 0 2 B	3/00	G 0 2 B 3/00	Z
	13/00	13/00	
	13/18	13/18	
審査請求 有 請求項の数16 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-204104(P2001-204104)

(22) 出願日 平成13年7月4日 (2001.7.4)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 5 5 4 7 7

(32) 優先日 平成12年9月21日 (2000.9.21)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 金 泰敬

大韓民国ソウル特別市永登浦区堂山洞4街

32-15番地6統8班

(72) 発明者 安 榮万

大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞969-

1番地泰榮アパート936棟1303号

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外1名)

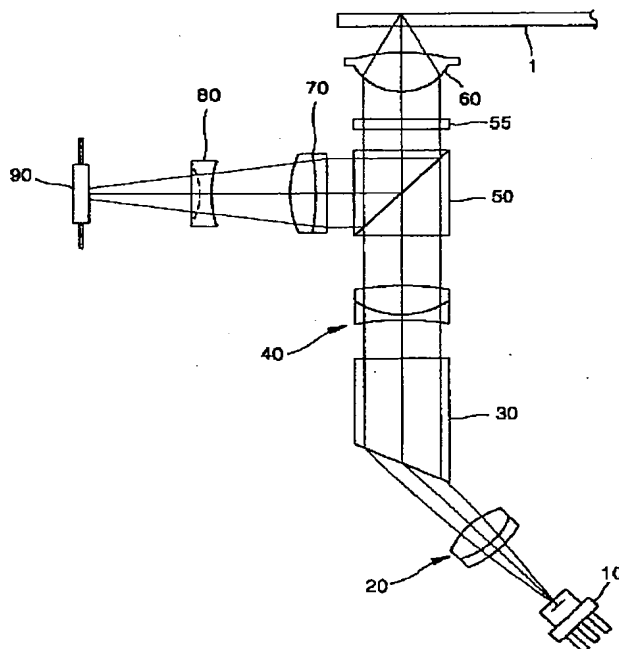
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 色収差補正レンズを具備した光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 色収差補正レンズを具備した光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 光を出射する光源10と、光源10側から入射された光を集束して記録媒体1に光スポットを形成する対物レンズ60と、光源10と対物レンズ60との間の光路上に配置されて入射光の進行経路を変換する光路変換器50と、光源10と対物レンズ60との間の光路上に配置されて、光源10から出射される光の波長変化及び/または波長線幅の増加による色収差を補正する色収差補正レンズ40と、記録媒体1から反射された後、光路変換器50を経由して入射された光を受光する光検出器90とを具備し、色収差補正レンズ40は、正のパワーを有するレンズと負のパワーを有するレンズが互いに隣接するように少なくとも2枚のレンズよりなされ、その全体焦点距離が前記対物レンズの焦点距離に比べて相対的に無限焦点距離になるようになっている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を出射する光源と、
前記光源側から入射された光を集束して記録媒体に光スポットを形成する対物レンズと、
前記光源と対物レンズとの間の光路上に配置されて入射光の進行経路を変換する光路変換器と、
前記光源と対物レンズとの間の光路上に配置されて、前記光源から出射される光の波長変化及び/または波長線幅の増加による色収差を補正する色収差補正レンズと、
前記記録媒体から反射された後、前記光路変換器を経由して入射された光を受光する光検出器とを具備し、
前記色収差補正レンズは、正のパワーを有するレンズと負のパワーを有するレンズが互いに隣接するように少なくとも 2 枚のレンズよりなされ、その全体焦点距離が前記対物レンズの焦点距離に比べて相対的に無限焦点距離になるようになったことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記色収差補正レンズは 10m 以上の焦点距離を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 正のパワーを有するレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数が負のパワーを有するレンズをなす光学材料のアッペ数より大きくなったことを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 前記色収差補正レンズは、光源側から負のパワーを有する第 1 レンズと正のパワーを有する第 2 レンズとよりなされ、
前記第 1 及び第 2 レンズは概略等しい大きさのパワーを有することを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 レンズは、d 線でのアッペ数に相対的に差があり概略等しい屈折率を有するガラス材質で形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】 前記光源及び対物レンズ側に各々対向する面は相対的に大きい負の曲率半径を有し、その間の面は相対的に小さな正の曲率半径を有するように形成されたことを特徴とする請求項 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】 前記色収差補正レンズは、光源側から正のパワーを有する第 1 レンズと負のパワーを有する第 2 レンズとよりなされ、
前記光源及び対物レンズ側に各々対向する面は正の曲率半径、その間の面は負の曲率半径を有し、前記面は概略等しい大きさの曲率半径で形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 8】 前記色収差補正レンズは、光源側から負のパワーを有する第 1 レンズ、正のパワーを有する第 2 レンズ及び負のパワーを有する第 3 レンズよりなされたことを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装

置。

【請求項 9】 前記第 1 及び第 3 レンズは d 線でのアッペ数が概略等しいガラス材質でなされ、前記第 2 レンズは d 線でのアッペ数が前記第 1 及び第 3 レンズと相対的に差があるガラス材質でなされたことを特徴とする請求項 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】 前記第 1 及び第 3 レンズの光源及び対物レンズ側に各々対向する面は正の曲率半径、前記第 1 及び第 2 レンズ間の面は正の曲率半径、第 2 及び第 3 レンズ間の面は負の曲率半径を有するように形成されたことを特徴とする請求項 8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】 前記光源と色収差補正レンズとの間に前記光源から出射された光を平行光に変形するコリメーティングレンズをさらに具備して、前記色収差補正レンズに平行光が入射されるようになったことを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 12】 前記光源と色収差補正レンズとの間の光路上に前記光源から出射されたビームを整形するビーム整形デバイスをさらに具備したことを特徴とする請求項 11 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 13】 前記色収差補正レンズは、それに入射する光線の高さを h_i 、それから出射する光線の高さを h_o とする時、 $0.95 \leq h_o/h_i \leq 1.05$ を満足するように備えられたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 14】 前記光源側から前記色収差補正レンズ及び対物レンズをなすレンズの焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、...、 f_n とし、そのレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数を各々 v_1 、 v_2 、...、 v_n とする時、前記色収差補正レンズは、 $0 < 1/(f_1 \cdot v_1) + 1/(f_2 \cdot v_2) + \dots + 1/(f_n \cdot v_n) < 0.008$ を満足するように形成されたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 中でいずれか一つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 15】 前記対物レンズは約 0.65 ないし 0.85 間の開口数を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 中でいずれか一つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 16】 前記光源は約 420nm 以下の光を出射する半導体レーザーであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 中でいずれか一つに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ピックアップ装置に係り、より詳細には、記録/再生パワー出力転換時に生じる光源から出射される光の波長変化及び/または波長線幅の増加による色収差を補正できるように色収差補正レンズを具備した光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光記録再生機器で記録容量は光ピックア

ップ装置の対物レンズにより光ディスクに形成される光スポットの大きさにより決まる。一般に光スポットの大きさ S は波長 λ に比例し、開口数 NA (Numerical Aperture)に反比例する。

【0003】したがって、現在開発されている次世代DVD、いわゆる、HD-DVD用光ピックアップ装置(以下、高密度用光ピックアップ装置)は、光ディスクに結ばれる光スポットをさらに縮小し、従来のCDやDVD系列の光ディスクから得られる情報記録密度に比べて高い情報記録密度を得られるように、青色光を出射する光源及び0.6 10 以上の開口数を有する対物レンズを採用する予定であ *

波長変動	Hoya 社の M-BaCD 5 N ガラスの屈折率変化
650nm→651nm	0.000038
405nm→406nm	0.000154

【0007】表1で分かるように、光学材料は1nm程度の小さな波長変化に対して、DVD用光ピックアップ装置に使われる650nm波長に比べて短い青色波長帯域、例えば、405nm波長帯域で4倍程度大きい屈折率変化を示す。

【0008】このような青色光に対する光学材料の急激な屈折率変化は、青色波長光源を使用する記録と再生が反復される記録可能な高密度用光記録再生機器でデフォーカスによる性能劣化の主要な原因になる。

【0009】すなわち、光記録再生機器では相異なる記録光パワーと再生光パワーを使用するが、このような記録/再生時の光出力パワー変動による波長変動は青色光源の場合、例えば約0.5~1nm程度である。通常、光源の出力を高めればその光源から出射される光の波長は長くなる。したがって、青色光を使用する高密度用光ピックアップ装置の場合には基準波長に対して設計された対物レンズで記録/再生光出力転換時に波長変化に係る色収差が大きく生じてデフォーカスが誘発される。

【0010】例えば、図1ないし図3で分かるように、405nmに対して設計された開口数0.65の対物レンズは1nm程度の微小な波長変化に対して大きい波面収差(OPD:optical path difference)及びデフォーカスを示す。図1は記録/再生時の光出力パワー変動によるデフォーカスに係る光ディスクに結ばれる光スポットの強度を示すグラフであり、図2及び図3は各々波長変化に係る開口数0.65の対物レンズの波面収差とデフォーカス量を示すグラフである。

【0011】このような波長変動に係るデフォーカスは対物レンズを調整して補正が可能ではあるが、アクチュエータで対物レンズを駆動して波長変動を追従するのに相対的に長時間がかかるので、この時間の間には再生または記録信号の品質が悪くなる。記録のために出力増加時のデフォーカスは記録光パワーの不足を誘発し、再生のために出力減少時のデフォーカスはジッタを増加させ

る。

【0004】ところが、一般に光ピックアップ装置で対物レンズの材料として使用するガラス及びプラスチックのような光学材料は650nmよりも短い波長帯域で非常に大きな屈折率変化を示す。

【0005】表1は、対物レンズモルディング用ガラス材料として用いられるHoya社のM-BaCD 5 Nの波長による屈折率変化を示す。

【0006】

【表1】

る。

【0012】すなわち、光ディスクに情報を記録するために光源の出力を増加させれば光源から出射される光の波長が、例えば406nmに長くなって光ディスクに結ばれる光スポットはデフォーカスが生じてアクチュエータがこのデフォーカスに従うまでは正しく記録を行えない。そして、再生のために光源の出力を減少させれば、光源の波長が、例えば405nmに短くなり、この場合にもアクチュエータは長くなった波長に合わせられた状態であるので、再びデフォーカスが生じる。このようにデフォーカスが生じれば、図4に示したように、再生信号にはデフォーカスによってジッタが増加する。ここで、図4は基準波長405nmに対して設計され、開口数0.65の対物レンズを使用する時、デフォーカス量に係る再生信号のジッタ量を示したグラフである。

【0013】また、光ディスクから光源に戻る光による光源のフィードバックノイズを減らすために光源をHF(High Frequency)で駆動すれば、光源の波長の線幅が広くなり、これに係る色収差が再生信号を劣化させる。

【0014】したがって、記録と再生が反復される記録可能な高密度用光ピックアップ装置は、記録と再生出力変動に係る光源から出射される光の波長が変わっても、これに係る色収差発生を抑制または補償できる光学系構造を有する必要がある。

【0015】前記のような波長変動に係る色収差を補正する光ピックアップ装置としては日本国特許特開平9-311271号に開示された屈折/回折一体型対物レンズを採用した構造がある。従来の屈折/回折一体型対物レンズ(図示せず)は、光入射面と出射面が非球面形状の非球面レンズであって、その非球面上に回折パターンが各々一体に形成されて、屈折型レンズと回折型レンズが一体化した構成を有する。

【0016】前記屈折/回折一体型対物レンズは、半導体レーザーから出射される光の中心波長 λ_1 、最短波長

λ_2 及び最長波長 λ_3 での屈折率を各々 n_1 、 n_2 、 n_3 、屈折型レンズと回折型レンズのアッペ数は各々 $V = (n_2 - 1) / (n_1 - n_3)$ 、 $VH0E = \lambda_2 (\lambda_1 - \lambda_3)$ とする時、 $(1 + VH0E / V) (n_2 - 1) > 0.572$ が成立するようになっている。

【0017】したがって、前記のような従来の屈折/回折一体型対物レンズは 0.7 以上の開口数を有し、半導体レーザーから出射される光の波長変化による色収差をなくしうる。

【0018】ところが、前記のような屈折/回折一体型対物レンズを採用した光ピックアップ装置は、回折素子の特性上、光効率が 70～85% 程度と低く、記録に必要な充分な光出力を得難い。

【0019】一方、本出願人は日本国出願 12-319951 号を通じてコリメーティングレンズで対物レンズの色収差を相殺するようになった構造を有する光ピックアップ装置を提案したことがある。本出願人により提案された前記コリメーティングレンズは、ネガティブパワーを有するネガティブレンズとポジティブパワーを有するポジティブレンズとより構成された二重接合レンズであって、コリメーティングレンズの全体焦点距離を f 、ネガティブレンズの焦点距離を f_n とする時、 $-1.5 > f / f_n$ を満足するように前記ネガティブレンズが大きいパワーを有し、短波長光に対する対物レンズから生じる色収差を効果的に補正するようになっている。

【0020】ところが、前記コリメーティングレンズは入射光に対物レンズの色収差と反対になる色収差を誘発させるために、このような光ピックアップ装置を記録可能型高密度光ディスクに適用して情報記録を行うためには、相対的に高出力、例えば、約 30mW 以上の高出力青色半導体レーザーが必要である。

【0021】したがって、現在開発されている青色半導体レーザーの光出力パワー (15mW 程度と知られている) 及び製造コストなどを考慮する時、相対的に低い光出力パワーから記録に必要な充分の光パワーを得るためには焦点距離が短いコリメーティングレンズを使用しなければならず、光の強度プロファイルで最大強度を 1 とする時、0.3 以上のリム強度を確保するためにはビーム整形プリズムの使用が必須である。ところが、この場合にコリメーティングレンズは色収差がない平行ビームを出射する構成をとらねばならないので、対物レンズの色収差を相殺できなくなる。

【0022】すなわち、本出願人により提案されたことがある二重接合コリメーティングレンズを採用して対物レンズの色収差を補正する構造の光ピックアップ装置は、相対的に低い光出力パワーでは情報記録を行い難い短所がある。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記のような点を勘案して案出されたものであって、対物レンズの焦点距離に比べて相対的に無限焦点距離を有する別の色収

差補正レンズを具備して、対物レンズの色収差を補正するようになった光ピックアップ装置を提供することにその目的がある。

【0024】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための本発明に係る光ピックアップ装置は、光を出射する光源と、前記光源側から入射された光を集束して記録媒体に光スポットを形成する対物レンズと、前記光源と対物レンズとの間の光路上に配置されて入射光の進行経路を変換する光路変換器と、前記光源と対物レンズとの間の光路上に配置されて、前記光源から出射される光の波長変化及び/または波長線幅の増加による色収差を補正する色収差補正レンズと、前記記録媒体から反射された後、前記光路変換器を経由して入射された光を受光する光検出器とを具備し、前記色収差補正レンズは、正のパワーを有するレンズと負のパワーを有するレンズが互いに隣接するように少なくとも 2 枚のレンズよりなされ、その全体焦点距離が前記対物レンズの焦点距離に比べて相対的に無限焦点距離になるようになったことを特徴とする。

【0025】ここで、前記色収差補正レンズは 10m 以上の焦点距離を有することが望ましい。

【0026】前記色収差補正レンズは、正のパワーを有するレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数が負のパワーを有するレンズをなす光学材料のアッペ数より大きくなったことが望ましい。

【0027】本発明の一特徴によれば、前記色収差補正レンズは、光源側から負のパワーを有する第 1 レンズと正のパワーを有する第 2 レンズとよりなされ、前記第 1 及び第 2 レンズは概略等しい大きさのパワーを有する。

【0028】この時、前記第 1 及び第 2 レンズは、d 線でのアッペ数に相対的に差があり概略等しい屈折率を有するガラス材質で形成され、前記光源及び対物レンズ側に各々対向する面は相対的に大きい負の曲率半径を有し、その間の面は相対的に小さな正の曲率半径を有するように形成されたことが望ましい。

【0029】本発明の他の特徴によれば、前記色収差補正レンズは、光源側から正のパワーを有する第 1 レンズと負のパワーを有する第 2 レンズとよりなされ、前記光源及び対物レンズ側に各々対向する面は正の曲率半径、その間の面は負の曲率半径を有し、前記面は概略等しい大きさの曲率半径で形成されたことが望ましい。

【0030】本発明のさらなる他の特徴によれば、前記色収差補正レンズは、光源側から負のパワーを有する第 1 レンズ、正のパワーを有する第 2 レンズ及び負のパワーを有する第 3 レンズよりなされる。

【0031】この時、前記第 1 及び第 3 レンズは d 線でのアッペ数が概略等しいガラス材質でなされ、前記第 2 レンズは d 線でのアッペ数が前記第 1 及び第 3 レンズと相対的に差があるガラス材質でなされ、前記第 1 及び第

3 レンズの光源及び対物レンズ側に各々対向する面は正の曲率半径、前記第1及び第2レンズ間の面は正の曲率半径、第2及び第3レンズ間の面は負の曲率半径を有するように形成されたことが望ましい。

【0032】ここで、前記色収差補正レンズは、それに入射する光線の高さを h_i 、それから出射する光線の高さを h_o とする時、 $0.95 \leq h_o/h_i \leq 1.05$ を満足するように備えられたことが望ましい。

【0033】また、前記光源側から前記色収差補正レンズ及び対物レンズをなすレンズの焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、...、 f_n とし、そのレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数を各々 v_1 、 v_2 、...、 v_n とする時、前記色収差補正レンズは、 $0 < 1/(f_1 \cdot v_1) + 1/(f_2 \cdot v_2) + \dots + 1/(f_n \cdot v_n) < 0.008$ を満足するように形成されたことが望ましい。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面を参照して本発明の望ましい実施形態に対して詳細に説明する。図5を参照すれば、本発明の一実施形態に係る光ピックアップ装置は、光源10と、入射光の進行光路を変換する光路変換器と、前記光源10側から入射された光を集束して記録媒体1に光スポットを形成する対物レンズ60と、前記記録媒体1で反射された後、光路変換器を経由して入射された光を受光する光検出器90及び、前記光源10から出射される光の波長変化及び波長線幅の増加に係る色収差を補正する色収差補正レンズ40を含んで構成される。

【0035】前記光源10としては420nm以下の波長、例えば、約405nm波長の光を出射する青色半導体レーザーを具備することが望ましい。前記半導体レーザーにはエッジ発光レーザー (edge emitting laser) と表面光レーザー (vertical cavity surface emitting laser) がある。ここで、前記光源10から再生パワー出力時に405nm波長の光が出射されるならば、記録パワー出力時には前記光源10からは再生パワー出力時より長波長、例えば、406nm波長の光が出射される。このような光出力量の変化に係る波長変化及び/または光源10をHFで駆動することに基づいた波長線幅の増加により前記対物レンズ60で生じる色収差は、後述するように、本発明に係る色収差補正レンズ40により補正される。

【0036】前記光路変換器は光源10と対物レンズ60との光路上に配置されて入射光の進行経路を変換する。前記光路変換器は、図5に示したように、入射光を偏光によって選択的に透過または反射させる偏光ビームスプリッタ50と、入射光の偏光を変える1/4波長板55とよりなされることが望ましい。ここで、前記光路変換器で入射光を所定割合で透過及び反射させるビームスプリッタ(図示せず)を具備することも可能である。

【0037】前記対物レンズ60は、次世代DVD、いわ

ゆる、HD-DVDのような高密度記録媒体1の記録/再生できる光スポットを形成するように0.65以上、例えば、0.75または0.85の開口数を有することが望ましい。ここで、前記対物レンズ60は複数のレンズでなされたり、固体含浸タイプ (solid immersion type) で構成された場合には0.85以上の開口数を有する場合もある。

【0038】前記光検出器90は前記記録媒体1で反射された光を受光して情報信号及び誤差信号などを検出する。

【0039】前記光源10と色収差補正レンズ40との光路上にはコリメーティングレンズ20がさらに備わったものが望ましい。前記コリメーティングレンズ20は光源10から出射された発散光を集束させて平行光にする。図5に示したように、光源10と光路変換器との光路上にコリメーティングレンズ20を配置すれば、光路変換器と光検出器90との間には集束レンズ70がさらに備わる。

【0040】一方、前記光源10としてエッジ発光レーザーを採用する場合、相対的に低い出力でも情報記録ができるように、前記コリメーティングレンズ20と光路変換器との光路上にはビーム整形プリズム30をさらに具備することが望ましい。このビーム整形プリズム30はエッジ発光レーザーから発散される楕円形ビームを円形ビームになるように整形する。前記ビーム整形プリズム30は光源10とコリメーティングレンズ20との間に配置される場合もある。ここで、前記光源10に概略的に円形ビームを出射する表面光レーザーを採用する場合には、図5の光学系構造でビーム整形プリズム30を除去できる。

【0041】ここで、参照番号80はセンシングレンズであって、例えば、非点収差法によりフォーカスエラー信号を検出する場合、前記センシングレンズ80は入射された光に非点収差を誘発させる非点収差レンズになる。

【0042】本発明に係る色収差補正レンズ40は、正のパワーを有するレンズと負のパワーを有するレンズが互いに隣接して配置された少なくとも2枚のレンズよりなされる。この時、正のパワーを有するレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数が負のパワーを有するレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数より大きくなったものが望ましい。

【0043】一方、一般に色収差が補正される条件式は光源10側からレンズの焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、...とし、そのレンズをなす光学材料の d 線でのアッペ数を各々 v_1 、 v_2 、...とする時、 $\sum 1/(f_i \cdot v_i) = 0$ である。

【0044】これを考慮して、本発明に係る色収差補正レンズ40は、後述する具体的な実施形態で分かるように、 $\sum 1/(f_i \cdot v_i)$ が0に近い値、すなわち、数式

(1) の範囲を満足するように形成されるので、対物レンズ60の色収差を効果的に補正できる。

$$0 < \sum_i \frac{1}{f_i \cdot v_i} < 0.008$$

【0046】ここで、本発明に係る光ピックアップ装置が、図5に示したようにコリメーティングレンズ20を具備して前記色収差補正レンズ40に平行光が入射される場合、色収差補正程度を示す $\sum_i 1/(f_i \cdot v_i)$ に寄与するレンズは色収差補正レンズ40及び対物レンズ60をなすレンズである。

【0047】前記のように構成された本発明に係る色収差補正レンズ40は対物レンズ60の焦点距離に比べて相対的に無限焦点距離、例えば、10m以上の焦点距離を有してほとんど0に近い光学的パワーを有する。

【0048】以下には、本発明に係る色収差補正レンズ40の具体的な実施形態及び対物レンズ60と色収差補正レンズ40の光学的設計データを具体的に調べる。後述する実施形態では、本発明に係る光ピックアップ装置がコリメーティングレンズ20を具備して、色収差補正※

*【0045】

【数1】

… (1)

※レンズ40または対物レンズ60に平行光が入射され、基準波長が405nmの場合に適合された光学的データを例として示した。

【0049】まず、本発明に係る色収差補正レンズ40がない場合、光源10の出射光波長が基準波長405nmから406nmに変化する時、対物レンズ60で生じる収差程度を調べる。

【0050】図6及び表2を参照すれば、前記対物レンズ60は、基準波長405nmに対して開口数0.75を有するとする。この時、前記対物レンズ60は入射される平行光を集束させて厚さが0.6mmの記録媒体1に光スポットを形成できるように、表2に示したように、両面の各々が非球面の両凸レンズで構成されている。

【0051】

【表2】

区分	曲率半径 [mm]	間隔または 厚さ[mm]	材質 (ガラス)	屈折率	d線での アップベ数
対物レンズ (60)	2.012300 (非球面1)	1.700000	'OG'	1.623855	57.8
	-18.075156 (非球面2)	1.656000			
記録媒体 (1)	∞	0.600000	'CG'	1.621462	31.0

【0052】そして、前記対物レンズ60の非球面1と非球面2の円錐定数及び非球面係数の各々は表3の通りである。

★【0053】

【表3】

	円錐定数(K)	非球面係数
非球面1	-0.928355	A:0.737867E-02 B:0.515008E-03 C:0.109070E-03 D:-0.961470E-04 E:0.755098E-04 F:-0.342032E-04 G:0.921692E-05 H:-0.137595E-05 J:0.843459E-07
非球面2	-135.791497	A:0.864934E-02 B:-0.203022E-02 C:0.375653E-03 D:-0.431759E-04 E:-0.337619E-05 F:-0.123502E-06 G:0.142911E-06 H:0.433818E-07 J:-0.410333E-08

【0054】ここで、非球面の頂点からの深さをzとする時、この非球面の深さzは数式(1)のように示しうる。

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2 h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14} + Gh^{16} + Hh^{18} + Jh^{20}$$

… (2)

【0056】ここで、hは光軸からの高さであり、cは曲率であり、Kは円錐定数であり、A~Jは非球面係数である。

【0057】前記のように構成された対物レンズ60を通じて平行に入射される光の入射瞳の直径は3.9mmで

あり、対物レンズ60の焦点距離は約3.0000mmである。

【0058】図7は、前記のように構成された対物レンズ60の収差度を示す。図7で分かるように、光源10の出射光波長が基準波長405nmから406nmに変わる

時、前記対物レンズ60では収差が大きく生じる。

【0059】しかし、前記のように対物レンズ60で生じる収差は、後述するように対物レンズ60の入射瞳側に本発明に係る色収差補正レンズ40、140または240を設けることにより除去される。

【0060】図8、図10及び図12は、各々図6を参照して説明した対物レンズ60の入射瞳側に設けられる本発明に係る色収差補正レンズ40、140、240の実施形態を示し、表4ないし表6は各々その光学的設計データを示す。ここで、表4ないし表6で対物レンズ60は基準波長405nmに対して開口数0.75を有し、その光学的設計データは表2と同一であり、その非球面1と非球面2の円錐定数及び非球面係数も各々表3と同一であり、その焦点距離は3.000mmである。また、本発明の実施形態に係る色収差補正レンズ40、140、240は反対パワーを有するレンズが互いに隣接配置された少なくとも2個のレンズより構成されるが、こ*

*の時、正のパワーを有するレンズは負のパワーを有するレンズに比べて相対的にd線でのアッベ数が大きい光学材料で形成されている。

【0061】図8及び表4を参照すれば、本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40は光源10側から負のパワーを有する第1レンズ41と正のパワーを有する第2レンズ45とよりなされ、前記第1及び第2レンズ41、45はほとんど同じ大きさのパワーを有する。前記第1及び第2レンズ41、45は、表4に示したように互いに概略等しい屈折率を有しつつd線でのアッベ数に差があるガラス材質であって、光源10及び対物レンズ60側に各々対向する面は相対的に大きい曲率半径を有し、その間の面は相対的に小さな正の曲率半径を有するように形成されている。

【0062】

【表4】

区分	面	曲率半径 [mm]	厚さ/間隔 [mm]	材質	屈折率	d線での アッベ数
色収差 補正レンズ (40)	S1	-51.340719	1.000000	EFD15	1.741876	30.1
	S2	3.000000	2.300000	LAF3	1.742841	48.0
	S3	-53.981665	10.000000			
対物レンズ (60)	S4(非球面1)	2.012300	1.700000	'OG'	1.623855	57.8
	S5(非球面2)	-18.075156	1.656000			
記録媒体(1)	S6	∞	0.600000	'CG'	1.621462	31.0

【0063】前記のように構成された本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40で、第1レンズ41の焦点距離は-3.790843mm、第2レンズ45の焦点距離は3.892900mmで、色収差補正レンズ40の全体焦点距離は約171.985311426mである。そして、前記対物レンズ60の入射瞳の直径は3.9mmである。

【0064】したがって、表4に示したような光学的設計データを有する色収差補正レンズ40及び対物レンズ60によれば、 $\sum i1/(f_i \cdot v_i)$ は0に近い値、すなわち、 $\sum i1/(f_i \cdot v_i) \approx 0.0024$ になる。

【0065】したがって、色収差補正レンズ40がない時、図7に示したように、光源10から出射される光の波長変化により対物レンズ60で生じる色収差は本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40を挿入することにより除去できる。

【0066】結果的に、図8の光学系構造及び表4に示

したような光学的設計データを有する場合、前記対物レンズ60の収差度を示した図9を参照すれば、光源10の出射光波長が基準波長405nmから外れて406nmに変化する場合にも、前記対物レンズ60ではほとんど収差が生じない。

【0067】図10及び表5を参照すれば、本発明の第2実施形態に係る色収差補正レンズ140は光源10側から正のパワーを有する第1レンズ141と負のパワーを有する第2レンズ145とよりなされる。前記第1及び第2レンズ141、145は表5に示したように、光源10及び対物レンズ60側に各々対向する面は正の曲率半径、その間の面は負の曲率半径を有し、前記面の曲率半径の大きさがあまり差がないように形成されている。

【0068】

【表5】

区分	面	曲率半径 [mm]	厚さ/間隔 [mm]	材質	屈折率	d線での アッペ数
色収差 補正レンズ (140)	S1	7.320225	2.300000	LAF2	1.721766	48.5
	S2	-6.459849	1.000000	EFD15	1.741876	30.1
	S3	6.292012	10.00000			
対物レンズ (60)	S4(非球面1)	2.012300	1.700000	'OG'	1.623855	57.8
	S5(非球面2)	-18.075156	1.656000			
記録媒体(1)	S6	∞	0.600000	'CG'	1.621462	31.0

【0069】前記のように構成された本発明の第2実施形態に係る色収差補正レンズ140で、第1レンズ141の焦点距離は5.112121mm、第2レンズ145の焦点距離は-4.157561mmであり、色収差補正レンズ140の全体焦点距離は約109.823479554mmである。そして、前記対物レンズ60の入射瞳の直径は4.8mmである。

【0070】表5に示したような光学的データを有する色収差補正レンズ140及び対物レンズ60によれば、 $\sum i1/(fi \cdot vi)$ は0に近い値、すなわち、 $\sum i1/(fi \cdot vi) \approx 0.0019$ になる。

【0071】結果的に、図10の光学系構造及び表5に示したような光学的データを有する場合、前記対物レンズ60の収差度を示した図11で分かるように、本発明の第2実施形態に係る色収差補正レンズ140を採用すれば、本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40を採用した場合と同じく、光源10の出射光波長が基準波長405nmから外れて406nmに変化しても、色収差*

*差が補正されて前記対物レンズ60ではほとんど収差が生じない。

【0072】図12及び表6を参照すれば、本発明の第3実施形態に係る色収差補正レンズ240は光源10側から負のパワーを有する第1レンズ241、正のパワーを有する第2レンズ243及び負のパワーを有する第3レンズ245よりなされる。前記第1及び第3レンズ241、245は表6に示したように、d線でのアッペ数が互いに概略等しいガラス材質、第2レンズ243は及びd線でのアッペ数が前記第1及び第3レンズ241、245と差があるガラス材質でなされる。そして、前記第1及び第3レンズ241、245の光源10及び対物レンズ60側に各々対向する面は正の曲率半径、第1及び第2レンズ241、243間の面は正の曲率半径、第2及び第3レンズ243、245間の面は負の曲率半径を有するように形成されている。

【0073】

【表6】

区分	面	曲率半径 [mm]	厚さ/間隔 [mm]	材質	屈折率	d線での アッペ数
色収差 補正レンズ (240)	S1	7.564520	1.000000	EFD4	1.806295	27.5
	S2	5.252096	3.000000	BACD5	1.605256	61.3
	S3	-11.863307	1.000000	EFD10	1.775916	28.3
	S4	10.217745	10.00000			
対物レンズ (60)	S5(非球面1)	2.012300	1.700000	'OG'	1.623855	57.8
	S6(非球面2)	-18.075156	1.656000			
記録媒体(1)	S7	∞	0.600000	'CG'	1.621462	31.0

【0074】前記のように構成された本発明の第3実施形態に係る色収差補正レンズ240で、第1レンズ241の焦点距離は-26.405720mm、第2レンズ243の焦点距離は6.440303mm、第3レンズ245の焦点距離は-6.937722mmであり、色収差補正レンズ240の全体焦点距離は約116.040546093mmである。そして、前記対物レンズ60の入射瞳の直径は5.0mmである。

【0075】したがって、表6に示したような光学的データを有する色収差補正レンズ240及び対物レンズ60によれば、 $\sum i1/(fi \cdot vi)$ は0に近い値、すなわち、

$\sum i1/(fi \cdot vi) \approx 0.0019$ になる。すなわち、本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ240を採用した場合と同じく、本実施形態によれば、対物レンズ60で生じる色収差はほとんど除去される。

【0076】結果的に、図12の光学系構造及び表6に示したような光学的データを有する場合、前記対物レンズ60の収差度を示す図13で分かるように、本発明の第3実施形態に係る色収差補正レンズ240を採用すれば、本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40を採用した場合と同じく、光源10の出射光波長が基準波長405nmから外れて406nmに変化しても、色収差

が補正されて前記対物レンズ60ではほとんど収差が生じない。

【0077】以上は、本発明の第1ないし第3実施形態に係る色収差補正レンズ40、140、240が開口径0.75の対物レンズ60で厚さ0.6mmの記録媒体1に適合するように備えられた高密度用光ピックアップ装置に適合するように設計された場合を例示したものであって、対物レンズ60の開口径及び/または記録媒体1の厚さが変更されれば、その光学的設計データを適切に変更することにより、同じく色収差を効果的に補正できる。

【0078】すなわち、本発明に係る高密度用光ピックアップ装置が0.75より大きい開口数を有する対物レンズで0.6mmより薄い厚さを有する記録媒体に光スポ

10

*ットを形成するようになった場合、本発明の第1ないし第3実施形態に係る構造を有する色収差補正レンズ40、140、240は前記対物レンズ及び記録媒体条件に合うように設計すればよい。

【0079】例えば、本発明に係る光ピックアップ装置が基準波長405nmに対して開口数0.85を有する対物レンズ60'に入射される平行光を集束させて厚さが0.1mmの記録媒体1'に光スポットを形成する構造であれば、対物レンズ60'及びこのための本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40の光学的構造及び設計データは図14、表7に示したように変更される。

【0080】

【表7】

区分	面	曲率半径 [mm]	厚さ/間隔 [mm]	材質	屈折率	d線での アッペ数
色収差 補正レンズ (340)	S1	-1114.82920	1.000000	EFD15	1.741876	30.1
	S2	2.57236	3.000000	LAF3	1.742841	48.0
	S3	-2735.69376	10.00000			
対物レンズ (60')	S4(非球面1')	1.41052	2.750000	'OG'	1.715566	53.2
	S5(非球面2')	-2.48758	0.271251			
記録媒体(1')	S6	∞	0.100000	'CG'	1.621462	31.0

【0081】前記対物レンズ60'は両面の各々が非球面の両凸レンズであって、前記対物レンズ60'の非球面1'と非球面2'の円錐定数及び非球面係数の各々は※

※表8と同じである。

【0082】

【表8】

	円錐定数(K)	非球面係数
非球面1'	-0.697423	A:-0.121877E-01 B:-0.186663E-02 C:-0.411872E-03 D:-0.145635E-03 E:-0.658968E-04 F:-0.224260E-04 G:-0.560839E-05 H:-0.307800E-05 J:-0.233787E-05
非球面2'	-27.258190	A:-0.359235E+00 B:-0.784442E-01 C:-0.172135E+01 D:-0.196996E+01 E:-0.111915E-09 F:-0.913659E-11 G:-0.735287E-12 H:-0.175404E-13 J:-0.636830E-15

【0083】前記のような対物レンズ60'を通じて平行に入射される光の入射瞳の直径は3.03mmであり、対物レンズ60'焦点距離は約1.782400mmである。

【0084】色収差補正レンズ340は、図8及び表4を参照して前述した本発明の第1実施形態に係る色収差補正レンズ40と同じく、光源10側から負のパワーを有する第1レンズ341と正のパワーを有する第2レンズ345とよりなる。前記第1及び第2レンズ341、345は表7に示したように、互いに概略等しい屈折率を有しつつd線でのアッペ数に差があるガラス材質であって、光源10及び対物レンズ60'側に各々対向する面は非常に大きい負の曲率半径を有し、その間の面は小さな正の曲率半径を有するように形成されている。

【0085】前記のような構造を有する前記色収差補正レンズ340が開口径0.85の対物レンズ60'と、0.1mmの厚さの記録媒体1'に適合するように表7に

50

示したような光学的なデータで形成されれば、第1レンズ341の焦点距離は-3.45806mm、第2レンズ345の焦点距離は3.460852mmであり、色収差補正レンズ340の全体焦点距離は約-53.801051977mmである。

【0086】そして、表7及び表8に示したような光学的データを有する色収差補正レンズ340及び対物レンズ60'によれば、 $\sum i1/(fi \cdot vi)$ は0に近い値、すなわち、 $\sum i1/(fi \cdot vi) \approx 0.0070$ になる。

【0087】図15は、図14の光学系構造、表7及び表8に示したような光学的データを有する場合、対物レンズ60'の収差度を示す。図15で分かるように、光源10の射出光波長が基準波長405nmから外れて406nmに変化する場合にも、色収差が色収差補正レンズ340により補正されて、前記対物レンズ60'ではほとんど収差が生じない。

【0088】したがって、本発明に係る色収差補正レン

ズ 340 は、例えば、0.1mm の厚さの記録媒体 1' に 0.85 程度の高開口数を有する対物レンズ 60' で光スポットを形成する超高密度光ピックアップ装置に採用されても対物レンズ 60' で生じる色収差を効果的に除去できる。

【0089】 以上のような具体的な実施形態で分かるように、本発明に係る色収差補正レンズを採用した高密度用光ピックアップ装置によれば、 $\Sigma i1/(f_i \cdot v_i)$ は数式 (1) の範囲を満足する 0 に近い値を有する。

【0090】 また、本発明に係る色収差補正レンズは、10m 以上の無限焦点距離を有するために、その色収差補正レンズに入射する光線の高さを h_i 、それより出射する光線の高さを h_o とする時、 $0.95 \leq h_o/h_i \leq 1.05$ を満足する。

【0091】 したがって、本発明に係る色収差補正レンズは、光源 10 の光出力量の変化に係る波長変化及び/または光源 10 を HF で駆動することに基づいた波長線幅増加によって対物レンズから生じる色収差を補正でき、光ピックアップ装置の光学系構造の変形なしに単純挿入できる利点を有する。

【0092】

【発明の効果】 前記のような本発明に係る高密度用光ピックアップ装置は、対物レンズの焦点距離に比べて無限焦点距離を有する色収差補正レンズを具備して、光学材料の屈折を使用して色収差を補正するので、高い光効率を有する。

【0093】 また、本発明に係る光ピックアップ装置では、光源から出射される発散光を平行光に変形するためのコリメーティングレンズと別途に色収差補正レンズを具備するので、相対的に低い出力光でも情報記録を行える。

【0094】 さらに、本発明に係る色収差補正レンズはほとんど 0 に近い光学的パワーを有するので、光ピックアップ装置の光学系構造の変更なしに単純挿入して設置できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 記録/再生時の光出力パワー変動によるデフォーカスによる光ディスクに結ばれる光スポットの強度を示したグラフである。

【図 2】 各々波長変化に係る開口数 0.65 の対物レンズの波面収差とデフォーカス量とを示したグラフである。

【図 3】 各々波長変化に係る開口数 0.65 の対物レ

レンズの波面収差とデフォーカス量とを示したグラフである。

【図 4】 基準波長 405nm に対して設計され、開口数 0.65 の対物レンズを使用する時、デフォーカス量に係る再生信号のジッタ量を示したグラフである。

【図 5】 本発明の一実施形態に係る高密度用光ピックアップ装置の光学的構成を概略的に示す図である。

【図 6】 本発明に係る色収差補正レンズがない場合、基準波長 405nm に対して開口数 0.75 を有する対物レンズ構造及び主要光路を概略的に示す図である。

【図 7】 図 6 の対物レンズの収差図である。

【図 8】 本発明の第 1 実施形態に係る色収差補正レンズを適用した本発明に係る光ピックアップ装置の主要部分及びその主要光路を概略的に示す図である。

【図 9】 図 8 の光学的構造に対する対物レンズの収差図である。

【図 10】 本発明の第 2 実施形態に係る色収差補正レンズを適用した本発明に係る光ピックアップ装置の主要部分及びその主要光路を概略的に示す図である。

【図 11】 図 10 の光学的構造に対する対物レンズの収差図である。

【図 12】 本発明の第 3 実施形態に係る色収差補正レンズを適用した本発明に係る光ピックアップ装置の主要部分及びその主要光路を概略的に示す図である。

【図 13】 図 12 の光学的構造に対する対物レンズの収差図である。

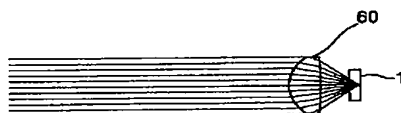
【図 14】 本発明の第 4 実施形態に係る色収差補正レンズを適用した本発明に係る光ピックアップ装置の主要部分及びその主要光路を概略的に示す図である。

【図 15】 図 14 の光学的構造に対する対物レンズの収差図である。

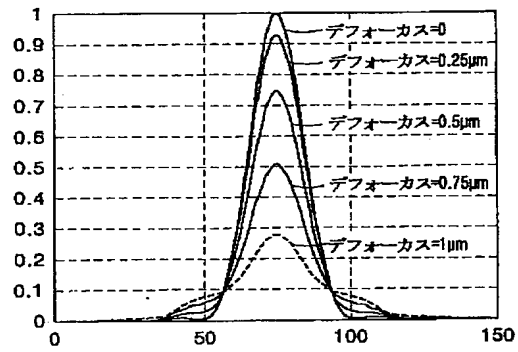
【符号の説明】

- 1 記録媒体
- 10 光源
- 20 コリメーティングレンズ
- 30 ビーム整形プリズム
- 40 色収差補正レンズ
- 50 偏光ビームスプリッタ
- 55 1/4 波長板
- 60 対物レンズ
- 70 集束レンズ
- 80 センシングレンズ
- 90 光検出器

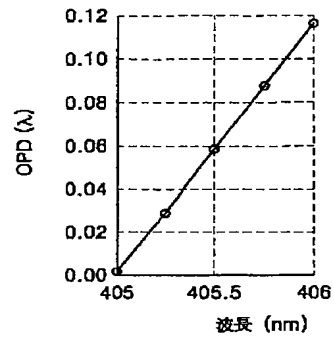
【図 6】



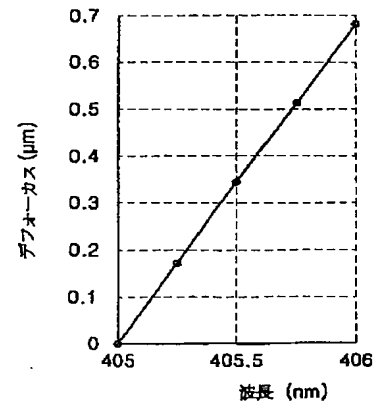
【図1】



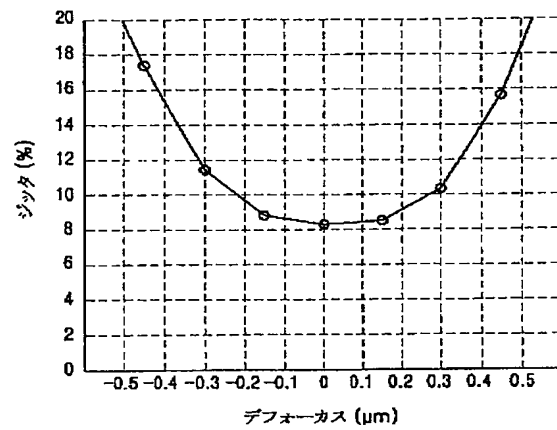
【図2】



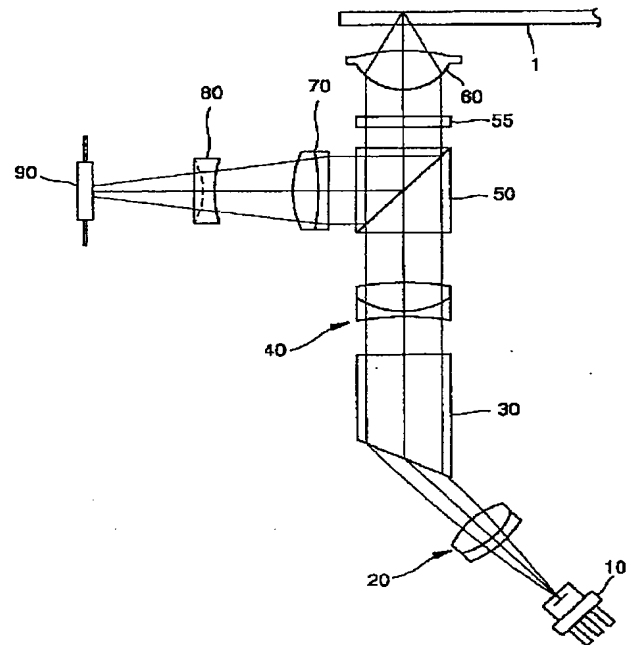
【図3】



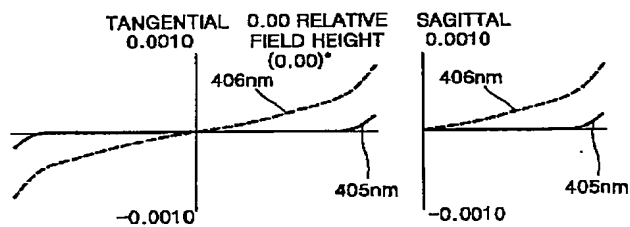
【図4】



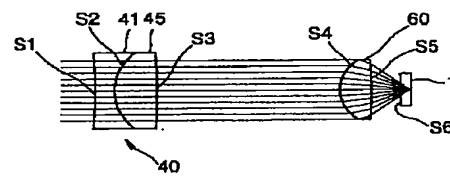
【図5】



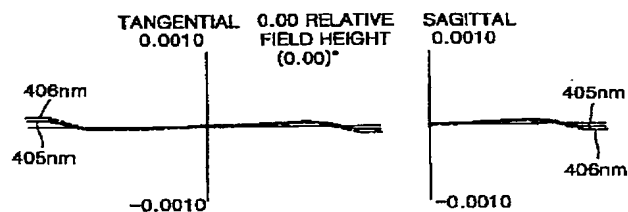
【図7】



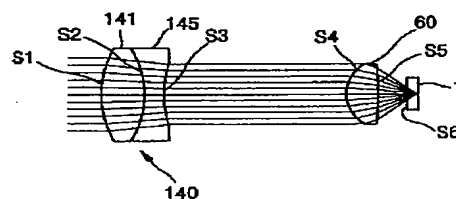
【図8】



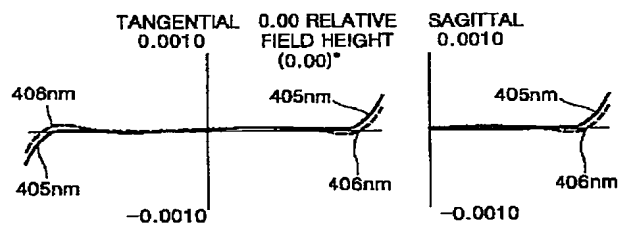
【図9】



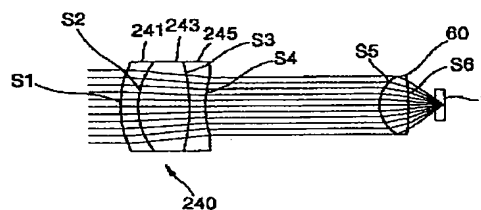
【図10】



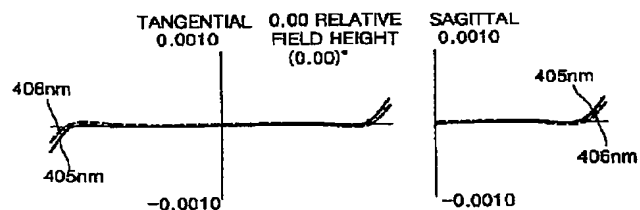
【図11】



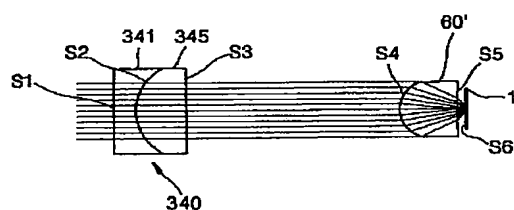
【図12】



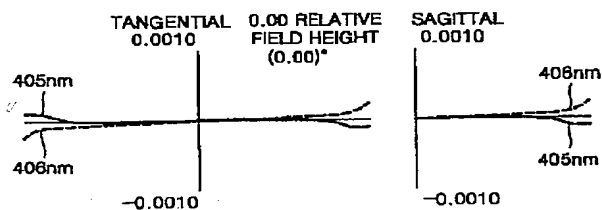
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 鄭 鐘三
大韓民国京畿道水原市八達区靈通2洞988
-2番地サルグゴル東亜アパート718棟
1904号
(72)発明者 徐 偕貞
大韓民国京畿道城南市中院区上大院3洞
1852番地

Fターム(参考) 2H087 KA13 NA14 PA01 PA02 PA18
PA19 PB02 PB03 PB04 QA02
QA03 QA06 QA07 RA05 RA12
RA13
5D119 AA22 BA01 BB04 EC03 JA02
JA06 JA09 JA43 JB01 JB02
JB04 JB06